

ПРИМЕНА ПЕРСОНАЛНИХ РАЧУНАРА У РАДИОЛОГИЈИ

Тодоровић А.

Институт за онкологију Војводине, Сремска Каменица

APPLICATION THE PERSONAL COMPUTERS IN RADIOLOGY

Тодоровић А.

Oncology Institute of Vojvodina, Sremska Kamenica

SUMMARY

In this paper the role of personal computers (PC) in radiology was emphasised. PC have important role in medial image generation, in digital RTG, ultrasonography, endoscopy, tomography (CT, MR, PET). We emphasised the importance of PC in DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) and image postprocessing, control and managing of radiology systems and PACS-a (Picture Archiving and Communication System) based on PC for transfer and archiving of medical images.

Key words: personal computer (PC); software package; RTG; positron emission tomography (PET); tomography technic; CT; MR; DICOM; PACS

САЖЕТАК

У раду је изложена важност персоналних рачунара (PC) у стварању медицинске слике у радиологији код дигиталних RTG апарата, ултразвучних, ендоскопских и томографских апарата (CT, MR, PET); значај DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) стандарда код приказа и обраде медицинске слике; контрола и управљање радиолошким апаратима; значај PACS-a (Picture Archiving and Communication System) који је базиран на PC, за преношење и архивирање медицинске слике.

Кључне речи: персонални рачунар (PC); оперативни систем; RTG; позитронска емисиона томографија (PET); томографска техника; CT; MR; DICOM; PACS

Увод

Примена рачунара у стварању медицинске слике (имиџинг) датира из седамдесетих година прошлог века. Пионири у овом били су из области нуклеарне медицине у којој се са проналаском гама камере појавила потреба за великим бројем нумеричких израчунавања и обрада велике количине информација у кратком времену. Ове почетке омогућили су напреди у рачунарској индустрији, који су добрим делом потекли из свемирског програма „Аполо“. Поред гама камера, међу првим медицинским апаратима који су користили рачунарску технику били су и први компјутеризовани томографи (Велика Британија, 1971.) и апарати за позитронску емисиону томографију (PET око 1975.). У наведеним примерима у употреби су били за конкретан апарат развијани рачунари, који су водили порекло од тзв. „Mainframe“ рачунара. Средином седамдесетих година почео је развој тзв. персоналних рачунара, које су у концептуалном, развојном и тржишном смислу развијале компаније Apple и IBM (1, 2). До средине деведесетих година двадесетог века трајало је профилисање тржишта, то јест понуде и потражње, да би персонални рачунари (PC, акроним потекао из енглеске терминологије, од personal computer) компатибилни са IBM-овим оригиналом дефинитивно завладали тржиштем. Паралелно са повећањем броја продатих PC-ова, ширила се и база ко-

рисника, број расположивих оперативних система, као и велика шароликост услужних програма.

На пољу оперативних система (OS) доминира „Windows“ породица OS-а, са конкуренцијом у види велике групе OS насталих из оперативног система „Unix“, од којих су неки данас бесплатни за употребу, и развијани од ентузијаста („Linux“). Развој и понуда стабилног и сигурног оперативног система за пословну/медицинску потребу, развој компоненти PC-а (процесори, меморија, технологија заштите података на плочама хард дискова) и истовремени развој корисничких програма је првих година 21. века довео до тога да се сви значајни произвођачи радиолошке и нуклеарномедицинске опреме преоријентишу на PC и његову напредну као основу рачунарске технологије.

1. Значај персоналних рачунара

Радиологија је једна од неколико најпропулзивнијих медицинских специјалности. Ова завидна позиција остварена је са једне стране захтевом за што неинвазивнијим и што поузданијим постављањем дијагноза, а са друге стране напретком технике и технологије медицинских апарата. Практично сви модерни апарати за медицинско сликање стварају дигиталну слику. У свим фазама од њеног настанка до архивирања циљ је да она и остане дигитална, а све уз интензивну употребу персоналних рачунара.

Ова употреба може се поделити у неколико сегмената: стварање медицинске слике; контрола и управљање радиолошким апаратима, приказ, обрада и употреба слике, преношење, дистрибуција и архивирање медицинске слике.

1.1. Примена РС-а у стварању медицинске слике

Савремени апарати за стварање медицинске слике су: дигитални рентген апарати, дигитални РТГ ангиолошки апарати, ултразвучни апарати, ендоскопски апарати, слике које се стварају у патологији/судској медицини, компјутеризована томографија, магнетна резонанца, гама камера, и позитронска емисиона томографија. У свим набројаним техникама персонални рачунари су инкорпорирани у систем стварања слике.

У *дигиталним рентгенолошким техникама* RTG зрачење се региструје у тзв. Flat panel детекторима који за сваки регистровани фотон производе један дигитални импулс. Скупљање информација са матрице детектора, њихово сабирање у слику, корекција грешака, чување и слање, обавља персонални рачунар. У зависности да ли је снимање статичко (једна слика) или динамско (след слика који покрива одређени период времена у жељеног временској резолуцији) је и оптерећење рачунара количином информација, а према томе се и снага и компоненте рачунара димензионарају. Створена слика се интегрише и чува у стандардизованом формату.

Најраспорострањенији радиолошки апарати су *ултразвучни апарати*. Основа њиховог функционисања је стварање ултразвука пиезоелектричним ефектом и регистровање одбијеног ултразвука истим кристалом. Аналогно - дигитална конверзија сигнала са великог боја кристалних елемената, стварање слике из дигитализованих импулса, модулација ултразвучних таласа, калкулације везане за сложеније типове снимања (Doppler ultrazvuk), приказ слике на екрану, контрола свих компоненти апарата, чување и слање слике, се обављају у интегрисаном персоналном рачунару (3).

У зависности од специфичних захтева, где стандардне компоненте персоналних рачунара не задовољавају прохтеве, развијају се специфичне хардверске компоненте (А/Д конвертери, мерни инструменти, посебни процесори за одређени тип калкулација) као и оперативни системи и софтвери прилагођени специфичним задацима.

Иако нису радиолошка опрема, у свим *ендоскопским апаратима*, светлост која чини слику унутрашњости шупљих органа се спроводи кроз оптичка влакна, претвара у слику у CCD (charge-coupled device) елементима у дигиталну информацију, а касније и у слику, све уз помоћ РС-а.

У *томографским апаратима* (гама камера, MR, CT, PET) најзначајнија примена рачунара и РС је у израчунавању томографских слика. У зависности од методе, информација прикупљена на детектору одговарајућег апарата није истовремено и градивни елемент (пиксел и воксел) будуће слике. Снимљени подаци подвргавају се интензивним софтверским израчунавањима

(Фуријеова трансформација, тзв. „back projection“), чији резултат је томографска слика.

CT је томографска техника која се заснива на проласку X-зрака кроз тело пацијента под различитим угловима. Сноп X-зрака колимиран на одређену дебљину пресека упућује се ка телу пацијента, а на наспрамној страни детекторима се мери интензитет атенуираног снопа. На основу измерених вредности инверзном Радионовом трансформацијом израчунава се вредност атенуације у свакој тачки посматраног пресека. Израчунате атенуиране вредности преводе се у CT број који се коначно конвертује у сиву скалу додељену појединим елементима слике.

Захваљујући развоју рачунара и нових техничких решења од првобитног снимања једног пресека које је трајало 4,5 минута а реконструкција слика захтевала додатних 20 минута, дошло се до много резолутивнијег снимања где се читаво тело може скенирати за само 10-ак секунди уз квалитетну 3D реконструкцију која се изводи са мултислајсним CT апаратом (2).

Позитрон емисиона томографија (PET) је данас једна од најважнијих имидинг дијагностичких процедура са значајним предностима у односу на CT и MR.

PET снимак приказује хемију органа и ткива. Радиофармаци се убризгају пацијенту, а емисија радиоактивног зрачења се мери PET скенером. Тај скенер се састоји од низа детектора који окружују пацијента. Користи се гама зрака које даје ињектовани радионуклеид, PET мери количину метаболичке активности на посматраном месту у организму и то претвара у одговарајућу слику. Пелете у малигном процесу су метаболички активније од непромењених, па се зато виде као гушћа област на PET снимку. PET је такође ефикасна дијагностичка процедура за одређене кардиоваскуларне и неуролошке болести, јер уочава области са повећаном, смањеном или облашћу без метаболичке активности чиме се указује на могуће узроке болести (4).

MR снимање није инвазивно и нема јонизујућег зрачења. Слика се добија користећи језгро атома водоника који реемитује апсорбовано зрачење радио сигнала и тај одговор скупљамо као сигнал од којег се формира слика.

Могуће је из сигнала који представља суму сигнала различитих фреквенција издвојити сигнале на појединим фреквенцијама. При томе остају сачуване све битне информације о сигналу (амплитуда, фаза итд.).

1.2. Контрола и управљање радиолошким апаратима

Рачунар контролише подсистеме медицинске технике, проверава исправност и тестира, управља механичким и електронским склоповима, преводи команде корисника у информације разумљиве подсистемима апарата, брину се о одржавању, условима експлоатације и параметрима околине (температура, влажност...), стању потрошног материјала итд.

1.3. Приказ, обрада и употреба слике

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) је индустријски стандард за пренос ме-

дицијских слика као и других медицинских информација између рачунара. Употреба DICOM стандарда омогућава консултације лекара унутар болнице, као и на ширим географским регијама, извучи максимум из постојећих ресурса и смањује трошкове својом компатибилности у случају мењања опреме и система (5,6).

Медицинска слика се може приказати на монитору персоналног рачунара, под условом да су **графичка карта рачунара и монитор калибрисани**, тј. да се обезбеди поузданост приказа жељене нијансе сивог или нијансе боје. Други проблем у чијем решењу помажу персонални рачунари је могућност **приказ смањене или увећане слике**, обзиром да се ретко приказује само слика у односу 1:1. Један од начина приказа слике је и њено штампање на папиру, филму или фолији, црно-бело или у боји. С обзиром на значај ових информација разрађен је систем стандарда који обезбеђују верност преноса и приказа информације. Све начине приказа слике на различите начине контролишу и подржавају рачунари.

PS "помаже" да се обаве мерења на слици од најједноставнијих до аритметичких и других операција. Развијен је велики број програма за анализу и приказ специфичности сета информација. На пример постоје програми за приказ и анализу СТ снимака коронарних артерија, или специјализовани програми за анализу и приказ функције срца на основу MR снимања, затим специјални софтвер за Siemensove MR томографе који омогућава производњу веома оштрих слика чак и када се пацијент помера током прегледа. Технологија позната као **syngo Blade** погодна је за преглед дече, која су до сада морала да буду под дејством седатива током процедуре (7).

1.4. Преношење, дистрибуција и архивирање медицинске слике

Тенденција је да медицинска слика, која је у највећем броју случајева изворно дигитална, у целом процесу таква и остане. Ради постизања тог циља поред стандарда медицинске слике развијена су и решења која омогућавају да се слика шаље, прима, чува и поново користи. Акроним ових система је PACS (Picture Archiving and Communication System). У највећем броју решења PACS је базиран на персоналним рачунарима. Он подразумева скуп програма и јединственог "речника" којима се медицинска слика шаље, прима и претражује. Најчешће коришћени PACS систем праћен је са следећом архитектуром:

- Input modalities (acquisition modalities), представља уређаје за аквизицију слика;

- DICOM сервер, углавном представља програм који ради у позадини и трансформише снимке у DICOM стандард;

- PACS сервер - програм који садржи базу података која прати сваку слику у PACS - у;

- Archive сервер, архивира слике на друге медије сем хард диска, нпр. DVD, CD, итд

- Web сервер, омогућава најефикаснију и најјефтинију дистрибуирају слике до клиника;

- RIS (Radiology Information Server) интерфејс рачунара, је интерфејс између RIS и PACS базе подата-

ка, како би могли комуницирати између два рачунарска система.

За управљање серверима потребно је имати одговарајуће програмске пакете (software) који раде под одговарајућим оперативним системом (Windows, Unix, Linux). На основу дате архитектуре система, дате сервере прате и одговарајући апликативни софтвери.

Четири основна типа апликативних програмских пакета:

- Програмски пакет који врши дигитализацију података скенирањем филмова са медицинским сликама;

- Програмски пакет који служи за управљање архивирањем медицинских слика, чији је задатак да медицинске слике ускладишти на одређени медијум (CD, DVD, ZIP и др.) у одређеном формату (DICOM), односно да изврши конверзију формата прихваћене медицинске слике у стандардни формат, као и да изврши придруживање медицинске слике одређеном пацијенту (јединствено идентификационо обилежје, датум сликања, клиничким подацима...);

- Програмски пакет који служи за обраду медицинских слика са становишта радиолога и омогућава да се слика прикаже, обради (процесира), да се помоћу експорта преведе у неки други програм, копира, одштампа, транспортује, итд.;

- Четврти програмски пакет служи за смештање података о пацијенту у базу података, као и управљање са тим подацима.

Сваки од ових програмских пакета захтева рачунаре високих перформанси (5, 8, 9).

Архивирање медицинских података је изузетно важно из више разлога: едукативних, због могућности бављења научно-истраживачким радом, због губљења медицинских налаза од стране пацијената или медицинског особља, а важно је и да је сваки медицински документ истовремено и судски документ.

2. Радиолошки информациони систем

Иако не садржи медицинску слику, врло близак процес по организацији и смислу је и информациони систем који се користи у радиологији, а који оперише другом врстом података.

IBPIS је интегрисани болничко-пословни информациони систем који се користи на Институту за онкологију Војводине, а који обухвата све медицинске и пословне аспекте пословања: болницу, амбуланте, дијагностику и терапију, лабораторије, здравствену негу, апотеку, обрачун, фактурисање, финансијско-материјално пословање, књиговодство, купце, добављаче и набавку.

Најважнији елемент система је електронски картон пацијента.

IBPIS је интегрисани систем кога чине следећи подсистеми: BIRPIS21 (BIS-Болнички информациони систем), LIRPIS (Апотекарски информациони систем), RAF (Фактурисање), LABIS (Лабораторијски информациони систем), RIS (Радиолошки информациони систем са PACS-Picture Archiving and Communication System) и MS NAVISION (PIS-Пословни информациони систем (ERP)). IBPIS је пројектован и урађен по стандар-

дима Европске уније (CEN 12967-1 HISA). Start IBPIS je 16.04.2007. године када почиње званична експлоатација (4, 10).

ЛИТЕРАТУРА

1. History of personal computers. From Wikipedia, the free encyclopedia. [updated 2008 May 13; cited Maj 2008]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_personal_computers.
2. Semnić R, Šveljo O. CT toraksa i abdomena. Sremska Kamenica; Institut za onkologiju Vojvodine; 2005.
3. Shalabh C, Thomas J. Digital Storage and Analysis of Color Doppler Echocardiograms. *Echocardiograph*; 1997;14 (1), 91-102.
4. Institut za onkologiju Vojvodine. [homepage on the Internet]. Sremska Kamenica: Integrisani bolničko poslovni sistem. [updated 2007; cited Maj 2008]. Available from: <http://www.onk.ns.ac.yu/infosis.htm>.
5. Latinović B, Jotanović G, Jauševac G, Majkić M. Zаштита medicinskih snimaka pri njihovom prenosu. [cited Maj 2008]. Available from: http://www.ecdlcentar.com/baza/ecdl_informacije/zbornik_radova_jisa_kongres_2007/KONGRES/11/06.html
6. Rosslyn V. NEMA Releases Revised Digital Imaging & Communications in Medicine Standards. *Business Wire*, 1998 Nov 11:56-62.
7. Aničić G. Pобољшан softver za magnetnu rezonancu. [updated 2007 April 18; cited Maj 2008]. Available from: <http://www.pcmagazin.co.yu/2007/04/18/povoljan-softver-za-magnetnu-rezonancu/>
8. Siha U, Bui A, Taira R, Dioniso J, Morioka C, Johnson D, Kangaroo H. A Review of Medical Imaging Informatics. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2002;980 (1),168-97.
9. Stanberry B. Telemedicine: barriers and opportunities in the 21st century. *J Intern Med* 2000; 247: 615-28.
10. SRC Sistemske integracije. [homepage on the Internet]. Zdravstvo. [cited Maj 2008]. Available from: <http://www.src.si/sr/podrucja/zdravstvo.asp>